

高等学校测绘类系列教材

数字测图原理与方法 实验与习题

杨正尧 编著

武汉大学出版社



高等学校测绘类系列教材

数字测图原理与方法 实验与习题

杨正尧 编著

武汉大学出版社

内 容 提 要

本书是《数字测图原理与方法》(潘正风、杨正尧编著,武汉大学出版社2002年出版)的配套教材。全书包括实验课的一般要求、实验项目、数字测图教学实习、习题和附录等五个部分。本书读者对象为测绘工程专业本科生,其他开设本课程的专业可根据学时数选择必做的实验项目和习题,或根据教学内容和仪器设备条件灵活安排。

图书在版编目(CIP)数据

数字测图原理与方法实验与习题/杨正尧编著. —武汉:武汉大学出版社,2004.2
高等学校测绘类系列教材
ISBN 7-307-04153-7

I. 数… I. 杨… III. 数字测量法—高等学校—教学参考资料 IV. P204

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 125511 号

责任编辑:杨 华 责任校对:王 建 版式设计:支 笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:武汉理工大印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:10.625 字数:247千字

版次:2004年2月第1版 2004年2月第1次印刷

ISBN 7-307-04153-7/P·71 定价:16.00元

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

《数字测图原理与方法实验与习题》是《数字测图原理与方法》（潘正风、杨正尧编著，武汉大学出版社 2002 年出版）的配套教材。本书是在总结我校测绘工程专业教学改革、进行课程重组后近几年教学经验的基础上，结合教学计划和《数字测图原理与方法》的内容与要求编写而成的。本书所列各项实验、实习和习题有利于加强实践性教学环节，有利于学生加深对课堂教学内容的理解，有利于学生增强动手能力。

全书分为五个部分：第一部分为实验课的一般要求，详细说明测量仪器的正确使用方法和测量资料的记录要求。第二部分为实验项目，依据不同的测量仪器和测量方法，列出了 14 个实验项目，每项实验均有明确的实验目的、简明的实验步骤提要和注意事项，并附有记录表格。简明的实验步骤提要有利于更好地引导学生主动思考问题，培养学生独立分析与解决问题的能力。第三部分为数字测图教学实习，包括控制测量实习和数字测图实习。实习是重要的实践性教学环节之一，是理论知识和实验技术的综合运用，对学生掌握数字测图的基本理论、基本知识、基本技能，建立控制测量和地形图测绘的完整概念是非常必要的。第四部分为习题，习题内容全面，可适应不同专业教学需要。第五部分是附录，包括实验、实习中使用的电子水准仪和全站仪的使用说明。

本书读者对象为测绘工程专业本科生，其他开设本课程的专业可根据学时数选择必做的实验项目，或根据教学内容和仪器设备条件灵活安排。

本书部分内容为武汉大学测绘学院实验、实习指导教师教学经验的总结。本书的编写得到了武汉大学教务部、武汉大学测绘学院和武汉大学出版社的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

书中疏漏或错误之处恳请读者不吝指正。

编 者

2003 年 11 月

目 录

第一部分 实验课的一般要求	1
一、上课须知	1
二、仪器及工具借用办法	1
三、测量仪器、工具的正确使用和维护.....	1
四、测量资料的记录要求	3
第二部分 实验项目	5
实验一 DJ6 光学经纬仪的认识及使用	5
实验二 方向法观测水平角.....	9
实验三 DJ2 光学经纬仪的认识及使用	13
实验四 DJ6 光学经纬仪的检验与校正	17
实验五 竖角观测与竖盘指标差检校	21
实验六 DS3 水准仪的认识及使用	25
实验七 普通水准测量	31
实验八 四等水准测量	35
实验九 精密水准仪的认识及使用	39
实验十 DS3 水准仪的检验与校正	43
实验十一 电子水准仪的认识及使用	47
实验十二 全站型电子速测仪的使用	51
实验十三 经纬仪测绘法测绘地形图	55
实验十四 全站仪数字测图外业数据采集	59
第三部分 教学实习	61
一、总则.....	61
二、控制测量教学实习.....	63
三、数字测图教学实习.....	65
第四部分 习题	69
一、测量学基本知识.....	69
二、测量误差基本知识.....	70
三、角度测量和经纬仪.....	72

四、水准测量和水准仪·····	75
五、距离测量和全站仪·····	77
六、三角高程测量·····	78
七、控制测量·····	80
八、碎部测量·····	89
九、计算机绘图基础·····	92
十、地形图的数字化·····	92
十一、大比例尺数字地形图测绘·····	92
十二、地形图的应用·····	93
第五部分 附录 ·····	94
附录一 测量工作中常用的计量单位·····	94
附录二 测量计算中的有效数字·····	96
附录三 水准仪系列主要技术参数·····	98
附录四 光学经纬仪系列主要技术参数·····	99
附录五 DL-101C 电子水准仪使用简介·····	100
附录六 SET5F 电子全站仪使用简介·····	110
附录七 GTS-225 电子全站仪使用简介·····	134
参考文献 ·····	163

第一部分 实验课的一般要求

一、上课须知

1. 准备工作

- (1) 上课前应阅读本任务书中相应的部分，明确实验的内容和要求。
- (2) 根据实验内容阅读教材中的有关章节，弄清基本概念和方法，使实验能顺利完成。
- (3) 按本任务书中的要求，于上课前准备好必备的工具，如铅笔、小刀等。

2. 要求

- (1) 遵守课堂纪律，注意聆听指导教师的讲解。
- (2) 实验中的具体操作应按任务书的规定进行，如遇问题要及时向指导教师提出。
- (3) 实验中出现的仪器故障必须及时向指导教师报告，不可随意自行处理。

二、仪器及工具借用办法

(1) 每次实验所需仪器及工具均在任务书上载明，学生应以小组为单位于上课前凭学生证向数字测图实验室借领。

(2) 借领时，各组依次由1~2人进入室内，在指定地点清点、检查仪器和工具，然后在登记表上填写班级、组号及日期。借领人签名后将登记表及学生证交管理人员。

(3) 实验过程中，各组应妥善保管仪器、工具。各组间不得任意调换仪器、工具。若有损坏或遗失，视情节照章处理。

(4) 实验完毕后，应将所借用仪器、工具上的泥土清扫干净再交还实验室，由管理人员检查验收后发还学生证。

三、测量仪器、工具的正确使用和维护

1. 领取仪器时必须检查

- (1) 仪器箱盖是否关妥、锁好。
- (2) 背带、提手是否牢固。

(3) 脚架与仪器是否相配, 脚架各部分是否完好, 脚架腿伸缩处的连接螺旋是否滑丝。要防止因脚架未架牢而摔坏仪器, 或因脚架不稳而影响作业。

2. 打开仪器箱时的注意事项

(1) 仪器箱应平放在地面上或其他台子上才能开箱, 不要托在手上或抱在怀里开箱, 以免将仪器摔坏。

(2) 开箱后未取出仪器前, 要注意仪器安放的位置与方向, 以免用毕装箱时因安放位置不正确而损伤仪器。

3. 自箱内取出仪器时的注意事项

(1) 不论何种仪器, 在取出前一定要先放松制动螺旋, 以免取出仪器时因强行扭转而损坏制动装置、微动装置, 甚至损坏轴系。

(2) 自箱内取出仪器时, 应一手握住照准部支架, 另一手扶住基座部分, 轻拿轻放, 不要用一只手抓仪器。

(3) 自箱内取出仪器后, 要随即将仪器箱盖好, 以免沙土、杂草等不洁之物进入箱内。还要防止搬动仪器时丢失附件。

(4) 取仪器及其使用过程中, 要注意避免触摸仪器的目镜、物镜, 以免玷污, 进而影响成像质量。不允许用手指或手帕等去擦仪器的目镜、物镜等光学部分。

4. 架设仪器时的注意事项

(1) 伸缩式脚架三条腿抽出后, 要把固定螺旋拧紧, 但不可用力过猛而造成螺旋滑丝。要防止因螺旋未拧紧而使脚架自行收缩而摔坏仪器。三条腿拉出的长度要适中。

(2) 架设脚架时, 三条腿分开的跨度要适中, 并得太靠拢容易被碰倒, 分得太开容易滑开, 都会造成事故。若在斜坡上架设仪器, 应使两条腿在坡下(可稍放长), 一条腿在坡上(可稍缩短)。若在光滑地面上架设仪器, 要采取安全措施(例如用细绳将脚架三条腿连接起来), 防止脚架滑动摔坏仪器。

(3) 在脚架安放稳妥并将仪器放到脚架上后, 应一手握住仪器, 另一手立即旋紧仪器和脚架间的中心连接螺旋, 避免仪器从脚架上掉下摔坏。

(4) 仪器箱多为薄型材料制成, 不能承重, 因此严禁蹬、坐在仪器箱上。

5. 仪器在使用过程中要做到

(1) 在阳光下观测必须撑伞, 防止日晒(包括仪器箱); 雨天应禁止观测。对于电子测量仪器, 在任何情况下均应注意防护。

(2) 任何时候仪器旁必须有人守护。禁止无关人员拨弄仪器, 注意防止行人、车辆碰撞仪器。

(3) 如遇目镜、物镜外表面蒙上水汽而影响观测(在冬季较常见), 应稍等一会或用纸片扇风使水汽散发。若镜头上有灰尘应用仪器箱中的软毛刷拂去。严禁用手帕或其他纸张擦拭, 以免擦伤镜面。观测结束应及时套上物镜盖。

(4) 操作仪器时, 用力要均匀, 动作要准确、轻捷。制动螺旋不宜拧得过紧, 微动

螺旋和脚螺旋宜使用中段螺纹，用力过大或动作太猛都会造成对仪器的损伤。

(5) 转动仪器时，应先松开制动螺旋，然后平稳转动。使用微动螺旋时，应先旋紧制动螺旋。

6. 仪器迁站时的注意事项

(1) 在远距离迁站或通过行走不便的地区时，必须将仪器装箱后再迁站。

(2) 在近距离且平坦地区迁站时，可将仪器连同三脚架一起搬迁。首先检查连接螺旋是否旋紧，松开各制动螺旋，再将三脚架腿收拢，然后一手托住仪器的支架或基座，一手抱住脚架，稳步行走。搬迁时切勿跑行，防止摔坏仪器。严禁将仪器横扛在肩上搬迁。

(3) 迁站时，要清点所有的仪器和工具，防止丢失。

7. 仪器装箱时的注意事项

(1) 仪器使用完毕，应及时盖上物镜盖，清除仪器表面的灰尘和仪器箱、脚架上的泥土。

(2) 仪器装箱前，要先松开各制动螺旋，将脚螺旋调至中段并使之大致等高。然后一手握住支架或基座，另一手将中心连接螺旋旋开，双手将仪器从脚架上取下放入仪器箱内。

(3) 仪器装入箱内要试盖一下，若箱盖不能合上，说明仪器未正确放置，应重新放置，严禁强压箱盖，以免损坏仪器。在确认安放正确后再将各制动螺旋略为旋紧，防止仪器在箱内自由转动而损坏某些部件。

(4) 清点箱内附件，若无缺失则将箱盖盖上，扣好搭扣、上锁。

8. 测量工具的使用

(1) 使用钢尺时，应防止扭曲、打结，防止行人踩踏或车辆碾压，以免折断钢尺。携尺前进时，不得沿地面拖拽，以免钢尺尺面刻划线磨损。使用完毕，应将钢尺擦净并涂油防锈。

(2) 使用皮尺时应避免沾水，若受水浸，应凉干后再卷入皮尺盒内。收卷皮尺时切忌扭转卷入。

(3) 水准尺和花杆，应注意防止受横向压力。不得将水准尺和花杆斜靠在墙上、树上或电线杆上，以防倒下摔断。也不允许在地面上拖拽或用花杆作标枪投掷。

(4) 小件工具如垂球、尺垫等，应用完即收，防止遗失。

四、测量资料的记录要求

(1) 观测记录必须直接填写在规定的表格内，不得用其他纸张记录再行转抄。

(2) 凡记录表格上规定填写的项目应填写齐全。

(3) 所有记录与计算均用铅笔(2H或3H)记载。字体应端正清晰，字高应稍大于格子的一半。一旦记录中出现错误，便可在留出的空隙处对错误的数字进行更正。

(4) 观测者读数后，记录者应立即回报读数，经确认后再记录，以防听错、记错。

(5) 禁止擦拭、涂改与挖补。发现错误应在错误处用横线画去，将正确数字写在原数上方，不得使原字模糊不清。淘汰某整个部分时可用斜线画去，保持被淘汰的数字仍然清晰。所有记录的修改和观测成果的淘汰，均应在备注栏内注明原因（如测错、记错或超限等）。

(6) 禁止连环更改：若已修改了平均数，则不准再改计算得此平均数之任何一原始数；若已改正一个原始读数，则不准再改其平均数。假如两个读数均错误，则应重测重记。

(7) 原始观测之尾部读数不准更改，如角度读数 $68^{\circ}58'18''$ 之秒读数 $18''$ 不准更改。

(8) 读数和记录数据的位数应齐全。如在普通测量中，水准尺读数 0325，度盘读数 $4^{\circ}03'06''$ ，其中的“0”均不能省略。

(9) 数据计算时，应根据所取的位数，按“4舍6入，5前单进双不进”的规则进行凑整。如 1.314 4，1.313 6，1.314 5，1.313 5 等数，若取三位小数，则均记为 1.314。

(10) 每测站观测结束，应在现场完成计算和检核，确认合格后方可迁站。实验结束，应按规定每人或每组提交一份记录手簿或实验报告。

第二部分 实验项目

实验一 DJ6 光学经纬仪的认识及使用

1. 目的

- (1) 认识 DJ6 光学经纬仪的基本结构及主要部件的名称和作用。
- (2) 掌握 DJ6 光学经纬仪的基本操作和读数方法。

2. 组织

每组 2 人。

3. 学时

课内 2 学时。

4. 仪器及用具

每组借 DJ6 光学经纬仪 1 台。

5. 实验步骤提要

- (1) 认识 DJ6 光学经纬仪的各操作部件，掌握使用方法。
- (2) 学会用脚螺旋及水准管整平仪器。
- (3) 在一个指定点上，练习用光学对中器对中、整平经纬仪的方法。
- (4) 练习用望远镜精确瞄准目标。掌握正确调焦方法，消除视差。
- (5) 学会 DJ6 光学经纬仪的读数方法。读数记录于表 2-1 中。
- (6) 练习配置水平度盘的方法。

6. 注意事项

- (1) 实验课前要认真阅读《数字测图原理与方法》教材中有关内容。
- (2) 将经纬仪由箱中取出并安放到三脚架上时，必须是一只手拿住经纬仪的一个支架，另一只手托住基座的底部，并立即旋紧中心连接螺旋，严防仪器从脚架上掉下摔坏。
- (3) 安置经纬仪时，应使三脚架架头大致水平，以便能较快地完成对中、整平操作。
- (4) 操作仪器时，用力应均匀。转动照准部或望远镜，要先松开制动螺旋，切不可强行转动仪器。旋紧制动螺旋时用力要适度，不宜过紧。微动螺旋、脚螺旋均有一定调节

范围，宜使用中间部分。

(5) 在三脚架架头上移动经纬仪完成对中后，要立即旋紧中心连接螺旋。

(6) 使用带分微尺读数装置的 DJ6 光学经纬仪，读数时应估读到 $0.1'$ ，即 $6''$ ，故读数的秒值部分应是 $6''$ 的整倍数。

7. 上交资料

上交水平度盘读数记录表（表 2-1）。

实验二 方向法观测水平角

1. 目的

掌握用 DJ6 光学经纬仪按方向观测法测水平角的方法及记录、计算方法,了解各项限差。

2. 组织

每组 2 人。在一个测站上,一人观测一人记录。

3. 学时数

课内 2 学时,课外 2 学时。

4. 仪器及用具

每组借 DJ6 经纬仪 1 台,记录板 1 块,测伞 1 把。

5. 实验步骤提要

在一个测站上对 4 个目标进行两测回的方向法观测。

(1) 一测回操作顺序为:

上半测回,盘左,零方向水平度盘读数应配置在比 0° 稍大的读数处,从零方向开始,顺时针依次照准各目标、读数,归零并计算归零差。若归零差不超过限差规定,则计算零方向平均值。

下半测回,盘右从零方向开始,逆时针依次照准各目标、读数,归零并计算归零差。若归零差不超过限差规定,则计算零方向平均值。

计算半测回方向值及一测回平均方向值。

(2) 进行第二测回观测时,操作方法和步骤与上述相同,仅是盘左零方向要变换水平度盘位置,应配置在比 90° 稍大的读数处。

(3) 若同一方向各测回方向值互差不超过限差规定,则计算各测回平均方向值。

所有读数均应当场记入方向观测法水平角观测记录中(表 2-2)。

(4) DJ6 经纬仪方向法观测的各项限差如下:

半测回归零差: $\pm 18''$;

同一方向各测回方向值互差: $\pm 24''$ 。

6. 注意事项

- (1) 要旋紧中心连接螺旋和纵轴固定螺旋，防止仪器事故。
- (2) 应选择距离稍远、易于照准的清晰目标作为起始方向（零方向）。
- (3) 为避免发生错误，在同一测回观测过程中，切勿碰动水平度盘变换手轮，注意关上保护盖。
- (4) 记录员听到观测员读数后必须向观测员回报，经观测员默许后方可记入手簿，以防听错而记错。
- (5) 手簿记录、计算一律取至秒。
- (6) 观测过程中，若照准部水准管气泡偏离居中位置，其值不得大于一格。同一测回内若气泡偏离居中位置大于一格则该测回应重测。不允许在同一个测回内重新整平仪器。不同测回则允许在测回间重新整平仪器。
- (7) 测回间盘左零方向的水平度盘读数应变动 $180^\circ/n$ (n 为测回数)。本实验测两测回，故 $n=2$ 。

7. 上交资料

每人上交一份合格的两测回观测记录。

